JAXA's

［ジャクサス］ December 2013
宇宙航空研究開発機構機関誌

No.053

進め、イプシロンロケット！次なるステージへ

「今日から半年間、バリバリやりたい」
若田光一宇宙飛行士

海水温の把握を「しずく」が強力サポート
“宇宙漁師”がカツオを狙う

スパコン解析で挑むフロンティア

超低高度衛星技術試験機「SLATS」
新たな視座を求め、軌道の開拓に挑む

特集
イプシロンがこれから目指すもの

宇宙航空研究開発機構機関誌 No.053

CONTENTS

表紙／ソユーズ宇宙船に搭乗する若田光一宇宙飛行士ら
JAXA/NASA/Bill Ingalls

INTRODUCTION

延期から打ち上げまで、青春の全てが凝縮されたような18日間だった」と振り返る森田泰弘プロジェクトマネージャ。今号の巻頭特集では、皆さまの声援を推進力に、打ち上げに成功したイプシロンロケットを取り上げます。打ち上げ延期後の総力を結集した点検作業、満を持した打ち上げ、そして次号機に向けた改良ポイントまで、森田プロマネとIHIエアロスペースの開発者にインタビュー。また、イプシロンロケットで打ち上げた惑星分光観測衛星「ひさき」に採用された衛星バスが、スピーディーで低コストな小型衛星の開発を可能にすることを、NECの開発者に解説してもらいました。11月7日から始まった若田光一宇宙飛行士の国際宇宙ステーション（ISS）での長期滞在ミッション。日本人初のコマンダーとして「和」の心でクルーをまとめ、最大の成果を目指します。10～11ページでは、若田宇宙飛行士がISSに到着するまでの流れを写真でご紹介。また本誌裏面に、筑波宇宙センターで開催中の企画展「ISSコマンダーへの道～若田宇宙飛行士、2度目の宇宙長期滞在へ～」のご案内を掲載しました。若田宇宙飛行士のミッションやコマンダーへの道のりを、パネルや動画でご紹介していますので、皆さまのご来場をお待ちしています。

特集

進め、イプシロンロケット! 次なるステージへ

9月14日14時。約2万人の観衆に見守られ、7年ぶりの爆音とともに内之浦宇宙空間観測所から上昇したイプシロンロケット試験機は、狙い通りの軌道に惑星分光観測衛星「ひさき」を送り届け、完璧な成功を収めた。打ち上げ実績の「0」を「1」に書き換え、ここからどういう進化を遂げるのか。イプシロンロケットの「これから」について森田泰弘プロジェクトマネージャに、新たな打ち上げシステムを生み出した手応えをIHIエアロスペースの開発者に聞いた。

聞き手：喜多充成（科学技術ライター）

空想を、現実に イプシロンの革命

——打ち上げ成功で、何が変わりましたか?

森田 シンプルな打ち上げシステムでロケット業界の常識を覆す。その空想を、現実にしました。

——どうだ、参ったか! という気分ですか?

森田 少なくとも管制室の中は、しっかり変えた。でも変えたい部分は他にもあり、手を付ける筋書きもある。次なる改革に向け、挑戦者としての資格を得た、ということでしょうか。

——管制室内の"空気"はどうでしたか? リハーサルも含め何度も経験したわけですが。

森田 皆さんにさんざんご迷惑をかけた打ち上げ延期でしたが、おかげでずいぶん練習を重ねることができました。イプシロンそのものに自信はありましたが、なにしろオペレーションが久しぶり。でも練習のおかげで、7年ぶりのわりにはスムーズに臨めました。実際、本番でも「あれ、練習だっけ?」と錯覚するような瞬間が何度も。

——管制室はシンプルになったが、打ち上げに必要な仕事を削ったわけではないんですよね。膨大な点検・チェック項目を、大胆にソフトウエアに委ねたからこそ、管制室がシンプルになっている……。

森田 チェック項目は約2000、コンピュータに制御を渡す打ち上げ70秒前からに限っても約300項目あります。全て人間で見ようとすると、PCを20～30台並べ、それぞれに人間が2～3人張り付き、少なくとも1項目の確認に数十秒かかるので、たぶん数時間がかりの仕事になります。

——それを70秒でやり通してしまった点が革命だった。

森田 そうなんです。

——変わらなかった部分は?

森田 飛んだ後でしょうか。ここは古典的なスタイルで運用をしています。将来的にはもっとロケットを高機能にし、打ち上げ管制に数人、追跡管制に数人、合わせて10人ちょっとで安全にロケットを打てる仕組みが作れれば、これはもう未来のロケットへの準備を完璧に整えたということになる。そういう意味では、今回の成功で50点。残り50点を「次のステップ」で狙わなければいけない。そう思っています。

チーム一丸で徹底見直し 自信が確信に変わった

——8月27日の延期後に組織された「特別点検チーム」の仕事ぶりは?

森田 本当に頼りになるメンバーで、非常に恩に着ています。打ち上げ前から"自信満々です"と言ってきたのは決して誇張ではなく、イプシロンに関わってきたみんなの気持ちを代弁していたつもりでした。でも高いハードルを越えようとするあまり、足元でつまずいていた。そうした見落としがないかどうかを第三者の目で、頭のてっぺんから爪先まで全部点検してもらい、最終的には「これなら大丈夫!」とお墨付きをもらったわけです。松坂の言葉でいうと「自信が確信に変わりました」(※)ですね。(笑)

(※初対決でイチローを打ちとった松坂大輔が、プロでやっていく自信を問われこう答えた)

——補助ロケットとして作られた「SRB-A」を、見事第1段ロケットとして乗りこなしつつ、2段目、3段目ではM-Vの伝統をしっかり生かした。

森田 「実績のあるモーター」ですと言ってきましたが、3段目に使ったKM-V3は、「はやぶさ」を打ち上げたときのキックモーター(4段目)を踏襲したものです。製作は10年ぶり2個め。それでいて燃焼試験を1回もやっていない。

——えっ!

森田 それでも「大丈夫だ」という現場の技術者って、すごいと思います。上段ロケットは、まさに冗談ではなく性能に直結しますから、わずかな性能のばらつきが、とたんに衛星の打ち上げ能力に影響します。日本の固体ロケットが世界一の性能なのは、設計・製造技術、試験・解析技術、評価技術などを含めた全体のシステム技術のレベルがごく高いからなんです。

——そうした技術がちゃんと生きていたから、10年ぶり2個目でもしっかり性能を発揮できている……。

森田 記者会見で「モーターが燃えてくれるだけでありがたいと思っていた」とコメントしましたが、あれは本心です。テレメトリ(動作状態を示す数値)を見ながら感動していたんです。

森田泰弘
MORITA Yasuhiro
イプシロンロケット プロジェクトマネージャ

小型衛星に ちょうどいいロケット

——小型衛星市場の広がりに向けては?

森田 低コストで頻度を上げるという考え方は、これからの宇宙開発利用の活性化のために不可欠。成長分野であるのは間違いないが、それを支えるインフラもまだ発展途上です。現行の大型ロケットのサイズが小型衛星のニーズに合わないので、相乗りとかデュアルロンチ(2機同時打ち上げ)でやっている。乗り合いバスを待つか、観光バスの補助席に座らせてもらうか、あるいはヒッチハイクのような窮屈で融通の効かない世界なんです。それだけでは今後のニーズに対応できないので、小型衛星に特化した、高頻度の打ち上げシステムがどうしても必要になる。そこにイプシロンが一番乗りしようとしています。

——「小型衛星に特化」は、どんな部分で?

GO! Epsilon!

クリーンブース内で、2段、3段、PBS(オプションの液体推進系)が結合

画像:JAXA/JOE NISHIZAWA

台車に押され整備塔へ向かう頭胴部

衛星ヶ丘展望台から望む射場

打ち上げリハーサル時の管制室

森田 使いやすいロケットにするために、画期的な取り組みをたくさんしています。今回使ったPBS(ポストブーストステージ、最終段の液体推進システム)のようなもので軌道の微調整をやれば、もはや衛星側にエンジンは不要です。またM-Vに比べ機体が短くなった分を嵩上げし、噴煙を「煙道」に流すことで、機体に跳ね返ってくる衝撃波が劇的に少なくなっています。さらに、ロケットと衛星をつなぐ部分に、建物の免震装置のような機構を設け、上昇中の振動も緩和した。今までがトラックの荷台だったとすれば、今度は高級乗用車の世界ですよ。しかも今回の軌道投入精度は数kmのオーダーでした。野球で言うなら、ランナーが滑り込む足の所にボールが来た、ストライクのバックホーム。まさにイチローのレーザービーム(※)です。

(※右翼からの矢のようなストライクの返球を、地元シアトルの放送局のアナウンサーがこう形容)

——もうタッチするだけ。衛星を分離するだけ。

森田 爽快でしたね(笑)。これで、今回開発したセミオーダーの標準バス(基本的な機能を担う部分)とイプシロンをセットで考えてもらうこともできるようになりました。ミッション機器を宇宙に送るための、新しい1つのスペースビークルが誕生したのだ、と。

——ロケットや衛星の概念をも変える成功だった?

森田 これから宇宙に挑戦しようという人は、もはや衛星を丸ごと考える必要はない。望遠鏡やカメラなど自分たちのミッション機器と、アイデアだけを持ってきてください、というくらい敷居は下がってきた。小型衛星にとって、ここまで使いやすい、ちょうどいいロケットはないと思っています。

——残された課題はコストだけ。

森田 イプシロンの開発は、目的をシャープに切り分けた2段階で進めています。技術の成熟度に応じて段階的に開発を進めるというこの考え方は、イプシロン開発が国から承認されたときに、当時の宇宙開発委員会でも認められています。1段階目はモバイル管制など革新技術への挑戦。機体はあり合わせなので劇的には安くない。2段階目は抜本的な低コスト化技術への挑戦です。低コスト化技術は小型化・軽量化を意味していますから、同時に高性能化にもつながります。

——それを経て世界市場で勝負する土台が出来上がる?

森田 高性能・低コスト化技術の研究開発は、ロケットの作り方そのものを変えましょうということですから、ある程度のリスクもある部分です。そうした研究開発を国が担い、しっかりとした土台を作る。それこそがJAXAの仕事なんです。もちろん、これには予算が必要ですから、第2段階目のイプシロンで目標とする性能やコストについては、関係の皆さんと相談しながら検討を進めているところです。

応援してくださる方々の 気持ちが推進力に

——延期となった8月27日も、打ち上げの9月14日も内之浦はすごい人出でした。

森田 後で映像で見せてもらいましたが、衝撃的な光景でした。宇宙研時代はロケットの打ち上げを「実験」と呼んでいたくらいで、特に初号機は、上げて成功するかどうかが問題で、いつ上がるかは問題ではなかった。だから「予定通りに上がらないのはある種の失敗だ」というような雰囲気に、最初はびっくりしました。しかし冷静に考えてみると、これは皆さんの中でロケットの打ち上げが、当たり前のモノになりつつあるということではないか、と。昔は見に行ったら上がるなんて誰も思わないから、来るのはよほどのマニアだけ。でも、今回集まった方々は、上がると思って来てくれたわけですからね。ロケットの打ち上げをもっと日常の風景にしたいというのがわれわれの願いですが、宇宙ファンの皆さんの意識の方が先に行ってしまったようで、とてもありがたいことだと思っています。

——大きなお祭りでもありました。

森田 昔の管制室もまさにお祭り騒ぎで、それを楽しみにする部分もあった。今回で管制室のお祭り騒ぎはなくなりましたが、その分、皆さんと一緒にやる全国的なお祭りになった。これは1人の宇宙ファンとして、とてもうれしいことです。できるなら、小さいお子さんにそばで見に来て、ロケットに触れてもらえるような機会も作りたい。ロケットの打ち上げは秘密でも何でもないですからね。そうやって触ったロケットが飛んでいく姿を見てもらえれば……。そういう気持ちも持ちながら、まずは目前の次号機の開発に誠心誠意取り組んでいきます。

画像:JAXA/JOE NISHIZAWA

9月14日14時、イプシロンロケットの打ち上げ

打ち上げ成功の喜びに沸く管制室

打ち上げ後の射場にて

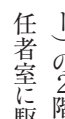
●誌面で紹介しきれなかったインタビューを「JAXA's+(ジャクサスプラス)」ウェブサイトで公開中。
→ http://fanfun.jaxa.jp/media/jaxas/

日本の固体ロケットの伝統を継承しつつ、全く新たな打ち上げシステムを誕生させたIHIエアロスペースの開発者が、打ち上げ直前の緊張の日々を振り返る。

大塚浩仁
OHTSUKA Hirohito
株式会社IHIエアロスペース
ロケット技術部 ロケット技術室 主幹

岸 光一
KISHI Koichi
同・ロケット技術部 ロケット技術室 主幹

「初めて打ち上げを肉眼で見た」 大塚

私はイプシロンプロジェクトの立ち上げと誘導制御系開発、最後のGO／NOGO判断に携わりました。岸も私もM-Vロケット開発など長く固体ロケットに携わってきましたが、今回初めて、自分が関わったロケットの打ち上げを生で見ることができました。最終のGO／NOGO判断は打ち上げの10分前。担当した仕事はそこで終わり、ECC（イプシロン管制センター）の2階にある打ち上げ実施責任者室に駆け上がりました。

建屋で唯一ロケットが目視できる部屋で、すでに関係者20～30人ですシ詰め状態。M-Vのころは打ち上げ直前からフライト状態の監視で、ずっとテレメータセンターでしたから、「引退するまで見ることはないだろう」と思っていました。言われてみればこれも〝イプシロン革命〟の1つの現れかもしれません。

「レイトアクセスのドアを最後に閉めた」 岸

私は機体の組み立てやペイロード（積み荷）とのインターフェースなど機体整備が担当です。フェアリングに開いたレイトアクセス（フェアリング内での最後の作業）のドアを閉める作業を見届け、最後にロケットを離れた内の1人です。

「SPRINT-A」では望遠鏡の内部を清浄に保つため、直前まで真空ポンプを使って鏡筒内を真空引きしていました。そのホースを取り外し、衛星側のMLI（断熱シート）をフライト状態に手直しし、フェアリング内の整備が全て完了したことをチェックしてドアをクローズする、という一連の作業があります。今後の衛星のことも念頭に置き、手順を検証するという意味合いもあって慎重に進めましたが、無理なくスムーズに作業を終えることができました。

「厳しいフライトになると思った」 大塚

実は8月27日の延期の時に、上空では異様な風が吹いていました。偏西風が南下し、内之浦上空まで降りてきていた。過去のM-V時代の記録と比べても非常に珍しい気象条件だったんです。打ち上げ直前には、気象バルーンの風観測データをもとに、ロケットの姿勢制御プログラムに調整を加えてロケットにアップロードするという作業を行っています。風が強いだけなら問題はないのですが、この日はたった2kmの高度差で風速が秒速30mも変わるほど変化が急峻でした。ロケットなら4秒ほどで通過してしまう領域ですが、ギリギリの条件でした。

観測バルーンでの風データを用いた飛翔計算による打ち上げ可否判断は、通常通り2回実施しましたが、実は裏では、さらに直前の観測バルーンの追加データを使用して、打ち上げ10分前にも飛翔計算をしていました。JAXA有識者を含めたわれわれ技術判断グループの制御担当は、その影響を見て悪化していたらいつでも止めるよう進言する、という鬼気迫る状態でした。しかし風による影響が弱まる傾向が見え、このまま行こうということになりました。

「それにしてもこれは、かなり厳しいフライトになる。せっかく初号機なのだから、もっといい条件で飛ばせてあげたかった……」と思っていたところでの、延期。もちろん大丈夫だという自信はありましたが、正直ホッとした気持ちもありました。今だから言える話ですが（笑）。

「乗り心地は大幅に改善」 岸

イプシロンで大きく改善したのは衛星の「乗り心地」です。

M-Vでは打ち上げの瞬間に、1段モーターからの衝撃波と音響が、地面から跳ね返って来るため、フェアリングの中の衛星にかなりの振動が発生し、衛星にはそれに耐える工夫が必要でした。しかしイプシロンでは「煙道」を新たに設けて噴煙の方向を変えるなどの改修を行ったことで、M-Vに比べて10分の1以下の騒音低減効果が得られました。また、衛星の直下に「制振機構」を置いて振動を緩和しました。森田プロマネが言う「トラックの荷台だったのが、高級乗用車になった」という表現は、大げさではなくその通りだと思いますね。「制振機構」はイプシロンで初めて試みたものです。衛星にとって良いのは間違いないが、では機体への影響がどうなのか、慎重に確かめる必要がありました。機体の振動特性が今までのロケットと大きく異なり、「制御性」に影響する問題だからです。

「流用とはいえ新しいロケット」 大塚

振り返ってみるとH-ⅡAの固体補助ブースター「SRB-A」を流用したとはいえ、やはりロケットとしては全く新しいものでした。

全長がM-Vに比べ短いため、制御のマージンが小さくなっています。手のひらの上にホウキを立てようとするときは、短いホウキのほうが難しいのと同じで、姿勢を立て直すのに、より速い制御の応答が必要となるわけです。また「制振機構」は、ロケット側からすると、先端がゆらゆら動いているようなものです。1段目を切り離し、2段目、3段目と全体が軽くなってくると、相対的に影響も大きくなるので、姿勢制御プログラムもより慎重に検討しなければなりません。

もちろん設計段階から分かっていたことなので、制御則の検討やシミュレーションモデルの精度向上に努めました。具体的にはセンサーから来る信号のうち、特定の周波数をフィルターをかけてカットするわけですが、ただフィルターをあまりにかけすぎるとロケット全体の制御に影響してしまう。

打ち上げまでにやってきたことは、事前の計算に使用した全てのモデルが、実物の各試験の特性と合っているかどうかを確認することの繰り返しです。最終的に全機結合した状態で実物がそうなっているかどうかは、やはり確認をしないと怖くて打てません。初号機というのは、そういうことばかりなんです。

「実機を載せて加振試験」 岸

最後は整備塔の中で、ロケット全体を揺らして振動特性を確認しました。それも衛星を載せフェアリングも装着した、すぐにでも飛べる状態でです。もちろん普通は本物の衛星を載せてこんなテストはやりません。本来は、衛星の替わりにダミーウエイトを使って行います。でも、今回はその時間がとれなかった。

昼間は電気系の点検など通常の射場作業が行われていますので、加振の作業は夜間にしかできません。8月の半ばでしたが、ほんとうにギリギリのスケジュールの中での試験でした。

「チーム総動員で怒涛の日々」 大塚

8月27日から打ち上げの9月14日までは、それまでにも増して怒涛の日々でした。開発拠点の富岡事業所（群馬県）は、ほぼもぬけの殻。スタッフ総動員で打ち上げまでの全てのシークエンスを点検するわけです。チェック項目は膨大な量で、プリントアウトし点検可能な状態にするためのチームが必要になるほどでした。

チェックすべき項目はざっと1000項目、最小の時間刻みは1000分の1秒。タイムラインに沿ってデータの流れを追い、不整合がないかどうかを確認します。人海戦術で体力的にも限界でしたが、全うすることができました。

ただ、こうした全体を通しての確認作業は開発のどこかで必ずやってきたことです。開発期間が従来の半分ほどでしたので、直前の再点検でやらなければならないことが数多く出てきたのはある意味予想の範囲でした。隊員全員が、「ここで問題を発見しなければ何かが起きてしまう。フライト前に全て出し尽くす」という気持ちで作業に臨みました。

苦労もありましたが、開発が始まる前の、先の見えないつらい時期から比べれば、やることが決まっているなかでの苦労なんて、苦労のうちには入りません。

初号機の100点満点の成功を見届け、M-Vの開発と改良を通じて発展してきた固体ロケット技術を次につなげることができた安堵感と、M-V以上を目指し少ない予算のなかでそれを達成できた充実感を感じています。

もう1つ言うとすれば、ロケットの打ち上げとは、これほど脚光を浴びるものなのかとビックリしたことです。「自分も将来やってみたい」と言ってる子もけっこういたわけですよね。われわれの世代だけじゃなく、そういう夢を持ってもらえるものなんだと改めて認識しましたし、勇気づけられました。

衛星を搭載する直前のイプシロンロケット上段部分
画像：JAXA/JOE NISHIZAWA

「SPRINT-A」で宇宙はどれほど近くなったか

革新はイプシロンロケットだけではなかった。「SPRINT-A」（打ち上げ後に愛称「ひさき」と命名）も、新たな衛星の作り方にチャレンジをしている。分かりやすいのは、ミッション部と衛星バスがクリアに分離された構成だ。上半分は観測ミッションを担う宇宙望遠鏡。門松の竹のような筒先からの光を反射鏡で折り返し、頂部左側の受光部に導く。質量約350kgという小型衛星ながら、世界最高水準の指向精度という“とがった性能”を備えている。

一方、下半分は衛星の機能維持に関わるシステム機器が収められた「バス部」。1辺1mの立方体形状で、内部は電力制御や姿勢制御など。そしてこの衛星バスには、後に続く衛星にも大きなメリットをもたらす工夫が盛り込まれている。

イプシロンの成功を森田泰弘プロマネは「ロケットから衛星バスまでが一体になった新たなスペースビークルの誕生」と表現した。衛星開発担当者のコメントを交えながら「SPRINT-A」の新しさについて解説する。

取材：喜多充成（科学技術ライター）

丼物の繁盛店を目指す

ミッション固有の観測機器と衛星バスの組み合わせで、多様な科学観測の要求に応えるという考え方は、例えば「ごはん」（衛星バス）に載せる「具」（ミッション機器）を変えることで、天丼や親子丼や中華丼などさまざまな注文に応じる丼物店に似ている。イプシロン次号機で打ち上げ予定の衛星「ERG」では、姿勢制御の方式も機体をコマのように回転させる「スピン安定」で、モーメンタムホイール（はずみ車）を使った「三軸安定」の「SPRINT-A」とは全く異なっている。だが、両衛星がほぼ同じ衛星バスを使っている点は驚きだ。

宇宙科学研究所がSPRINTバスと呼ぶこのバスは、将来の科学衛星ミッションについてのリサーチを踏まえ、ネジ穴の位置に至るまで検討を重ねられた。1m角の板に機器を固定。それを6枚合わせネジ止めして作られる。両翼には2枚ないし4枚ないし6枚の太陽電池パネルを取り付けることができ、多様な軌道（熱環境）に対応する。

「今までは、目の前のお客さまから頂いた要求を満たすことに注力して衛星を作っていました。それに対して『SPRINT-A』では、将来のお客さまのさまざまな要望にも応えられる衛星バスを、お客さまよりも先に考えて作りました。衛星の設計はもちろん、付帯する試験装置や治具などまで含め、“新しい衛星の作り方”も同時に作ることとなり、この経験は次の新たな衛星開発において非常に勉強になりました」（NEC鳥海氏）

鳥海 強
TORIUMI Tsuyoshi
日本電気株式会社
宇宙システム事業部
シニアチーフエンジニア

左:多層断熱材の取り付け作業中の「現代の名工」西根成悦氏（左から2人目）画像:NEC　右:「SPRINT-A」の実物大模型を前に

衛星の製造プロセスは試験の連続だ。バッテリーが元気で太陽電池パネルの発電量も大きい打ち上げ直後の段階や、設計寿命間際の劣化した状態のそれぞれを模しての試験は当然。太陽の向きや温度環境など、多数のパラメーターを変えながら漏れなく実施される。構成要素の多い大型の衛星では、組み合わせの数だけ試験項目も手間も増える。

だが、小型衛星ならそうした手間も軽減される。小型だからできた試験の究極の姿が、実機をロケットに搭載した状態で行った加振試験（7ページ参照）だ。

「最初にアイデアを聞いたときは冗談だと思いました。クリーンルームで大事に育ててきた衛星がフェアリングの中に長時間置かれるわけで、振動そのものよりも、そちらの影響を心配しました。空調が故障した場合の手当なども検討し、試験を実施しました」

ネット通販で注文するように

衛星の打ち上げ準備作業には、膨大な量の調整が欠かせない。いつ射場に持ち込むか、何で運ぶか、持ち込んだ段階で検査はどうするか。衛星を動かすたびに、その前後で試験を行う。ロケットの火工品の作業が行われる場合は、衛星の電源を落としておく場合もある。信号ケーブルの引き回し、中継機器、ロケット搭載後のデータのリンク、空調、さらに打ち上げ後も衛星分離のタイミングや向きや、どういうスピンを与えて離すのか……。

「衛星の開発と並行し、ロケット側との調整も同じくらい時間をかけて行います。今回はロケットも衛星も1号機でしたが、お互いに先を見越して準備をし、1つのパターンができました。衛星が小型だし、ロケットも射場もコンパクト。現場の作業もスピーディーで、私が今まで経験したなかでも非常にスムーズでした」

ネット通販で物を買うとき、ユーザーが梱包材や宅配業者まで選ばされることはまずない。むしろ「送料無料」といったアピールで、購買を促す営業努力が今日の隆盛をもたらしている。ネットで物を買うように衛星を調達し、宇宙に届ける未来が来るなら、イプシロンと「SPRINT-A」のチャレンジがその先駆けだった、と言われることになるかもしれない。

内部にも星（スター）を持つ衛星

「SPRINT-A」の挑戦でもう1つ特徴的なのが、SpaceWireを本格的に用いた衛星であること。SpaceWireは宇宙機のために作られた通信規格の名前だが、この共通語を理解するCPUやデータストレージを導入することで、衛星内部の構造がガラリと変わる。模式図を描くとよりはっきりするが、SpaceWireルータを中核にCPUやセンサ、制御機器が周囲をとりまく「スター型」のネットワーク構造となるのだ。ハブ空港を核とする航空路線図を見るようなシンプルな構造なので、機器の追加や交換、もちろん試験も容易だ。

SpaceWireという共通語を理解するモジュールを持ち寄り、ネットワークとしての衛星を作ることになるため、個々のモジュールのインターフェースを調整し、膨大な順列組み合わせをテストで潰していくという時間も手間もかかる方法は不要となり、地上の普通のネットワークを作るように衛星も作ることができるようになる……。そんな未来が拓かれた。「モバイル管制」に匹敵する革命かもしれない。

「SPRINT-A」には、衛星バスで3台、ミッション系に1台と、計4台のコンピュータが積まれている。同じハードウェア（Spacecube2）に異なるソフトウェアで異なる仕事を割り振っている。ハードが同じだから試験も簡易で、筐体のサイズも共通化されている。タスクごとに機器をきっちり切り分ける「教科書通りの作り方」（鳥海氏）をすることで、多少の重量増のデメリットを超えるメリットを獲得した。

＊

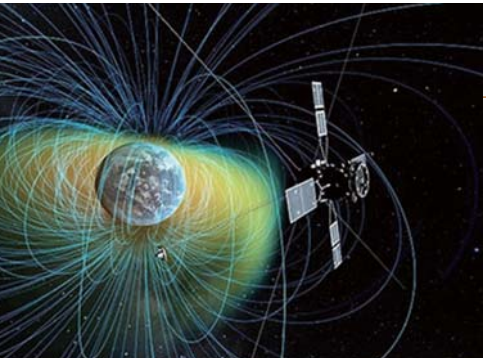
鳥海氏は、打ち上げの様子をこう振り返る。

「打ち上げのときには、衛星にできることは何もありません。リレー（電磁スイッチ）が反転しないだろうか、あのケーブルが振動で外れないかと、緊張はピークに達します。

8月27日、あれ、止まった、と思ったときは、それまでの緊張と疲れがため息になって出ました。でも、打ち上げ失敗・衛星喪失という最悪のシナリオではなかったので、悲壮感はありませんでした。

9月14日にはすでに2度のリハーサルと前回の“本番”を経験し、4度目だったので、全てがスムーズに運びました。

決して打ち上げ機会が多いわけではないので、結果的に今回の経験は将来の標準化に向けて有意義な経験となりました。

われわれは分離された衛星が1周回って戻ってきて、姿勢や太陽電池パドルなど衛星の状態が正常であることを確認するまで気が抜けません。世界中の衛星屋さんが同じだと思いますが、一番胃が痛くなる瞬間です。『SPRINT-A』の場合も、澤井プロマネが“衛星は正常です。皆さんご苦労さまでした”と宣言して、やっとみんなで拍手ができたのは、打ち上げから1時間半ほど後のことでした」

イプシロンロケット次号機で打ち上げ予定のジオスペース探査衛星（ERG）は、地球近傍の宇宙空間で、高エネルギーのプラズマがどのように発生しているかを調べる。衛星として必要な機能を集めたバス部に、標準バスのSPRINTバスを使用

「今日から半年間、バリバリやりたい」

若田光一宇宙飛行士

2013.10.26
バイコヌールの空港に到着した若田（左）、ミハイル・チューリン（中央）、リチャード・マストラキオ（右）宇宙飛行士
画像：NASA/Victor Zelentsov

2013.10.28
搭乗するソユーズ宇宙船に乗り込み機器類の配置などの確認作業
画像：S.P.Korolev RSC Energia

2013.11.6
打ち上げ前日の記者会見。3人が持つのは2014年ソチ五輪の聖火トーチ
画像：JAXA/NASA/Bill Ingalls

2013.11.7
打ち上げ時と帰還時に着るソコル宇宙服の気密点検
画像：NASA/GCTC/Irina Peshkova

2013.11.7 | 13:14
ソユーズ宇宙船に乗り、バイコヌール宇宙基地から打ち上げ

画像：NASA/Bill Ingalls

日本時間11月7日13時14分に打ち上げられたソユーズ宇宙船は、約6時間後の19時27分に国際宇宙ステーション（ISS）とドッキング。若田光一宇宙飛行士の半年間にわたる長期滞在ミッションが始まりました。到着後の記者会見で「昔の職場に戻ってきた感じ。無重力を体が覚えている。今日から仕事をバリバリやりたい」と語った若田宇宙飛行士。長期滞在中、さまざまな宇宙実験のほか、ロボットアームのスペシャリストとして超小型衛星の放出、地球から到着する各国の補給船の結合・分離作業などに携わり、滞在後半には日本人初のコマンダー（船長）としてISSの指揮を執ります。約半年間の活動の様子は、ツイッターや（@Astro_Wakata）、JAXAウェブサイトで（http://iss.jaxa.jp/iss/jaxa_exp/wakata/news/）ご紹介していきます。皆さまの応援をどうぞよろしくお願いします。

2013.11.7 | 19:27
ドッキング成功
画像：JAXA/NASA

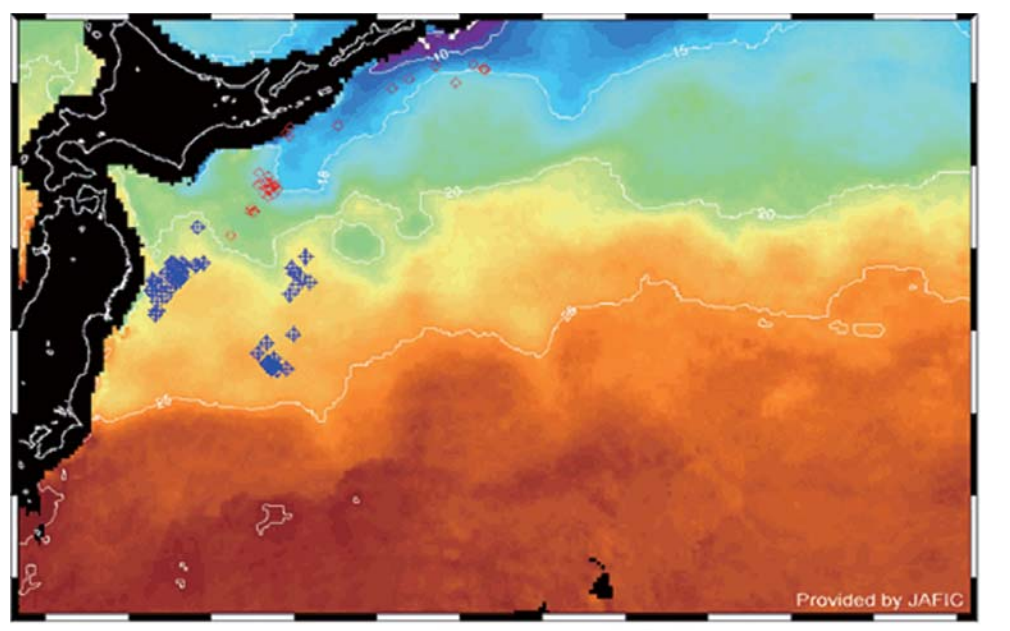
2013.11.7 | 21:44
ソユーズ宇宙船のハッチがオープンし、国際宇宙ステーションに入室
画像：JAXA/NASA

2013.11.7 | 21:50
クルー9人が勢ぞろいした軌道上記者会見
画像：JAXA/NASA

2013.11.20 | 16:58
管制と軌道上とのチームワークで「きぼう」日本実験棟からの超小型衛星の放出作業を完了
画像：JAXA/NASA

海水温の把握を「しずく」が強力サポート

“宇宙漁師”がカツオを狙う

爲石日出生
TAMEISHI Hideo
一般社団法人漁業情報サービスセンター
専務理事

漁業情報サービスセンターで解析したAMSR-E（「しずく」搭載のAMSR2の前の世代のマイクロ波放射計）が観測した水温分布と漁場の重ね合わせ図。青マークはカツオ、ビンナガを対象とした漁船の位置、赤マークはサンマ漁船の位置。カツオやビンナガなどは黒潮系の暖水域に、サンマなどは親潮系の冷水域に漁場が形成されている。暖かい水の張り出し部分や、色（水温）が急激に変化する場所に漁場が集まっていることも確認できる。衛星データを用いることで漁場を推定でき、操業の効率化が期待できる。

宇宙開発利用の取り組みで大きな成果を収めた個人や団体に国が贈る「宇宙開発利用大賞」において、内閣総理大臣賞に選ばれた一般社団法人漁業情報サービスセンター。第一期水循環変動観測衛星「しずく」の観測データなどを利用した海況情報を提供し、漁業の近代化や燃料の節約、後継者の育成に貢献したことが高く評価されました。爲石専務理事に話を聞きました。

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

――内閣総理大臣賞おめでとうございます。

爲石　「はやぶさ」などのような最先端の話もある中で、漁業という地味な産業に対して賞をいただき、本当にびっくりしました。145件も応募があった中での受賞で、本当にありがたく思っています。

――そこで改めて、宇宙を利用した漁場の探索と衛星を利用した海況情報の提供サービスについてうかがいたいと思います。現在、漁業情報サービスセンターでは、「エビスくん」という情報サービスを行っていますが、このサービスが利用されるようになった背景をお話しください。

爲石　1つは今、漁船が使う燃料の値段がかなり高騰していることがあります。ですから、漁船は情報に基づいて計画的に漁場に行きたいわけです。魚がいるかどうかを調べながら行くのではなく、最短コースで目的地に行く方が燃料の節約になります。もう1つは、漁師さんたちの後継者の問題です。漁業というのは“勘と経験”の部分がかなりあって、相当長く船に乗っていないと船頭さんになれない。今の若い人たちの中には、なかなかそこまで我慢できないという人も多いのです。しかし、そういう若い人たちも私たちが提供している人工衛星の情報を使うことによって、勘と経験に太刀打ちできるようになる。これが衛星データを利用した漁法の大きな特長なのです。

AMSR-Eの観測で漁場を精密に特定

――具体的にどのような情報を提供しているのでしょうか。

爲石　魚というのは海水温の高い所と低い所の境界に集まりやすいんです。ですから、海水の等温線の分布を知ることが、漁船にとっては非常に重要です。最初はNOAA（米国海洋大気庁）の衛星を使い、漁船で測った現場の水温も加味して等温線を作り、FAXで送信していました。しかしそのころ私たちが入手していたデータは、雲のかかっていない海面だけでした。雲の下の水温がどうなっているかは分からなかった。ところがそこにAqua衛星に搭載された日本の改良型高性能マイクロ波放射計AMSR-Eが登場したのです。

AMSR-Eは雲があっても海水温を観測できます。また、今までよりもっと細かいことも分かるようになった。例えば東北の冷たい海域では、適水温を求めて右回りの暖水塊に魚が集まります。この暖水塊の外側に分布する細長い冷たい水域はサンマの漁場になりやすい。また、暖水塊から派生する暖水の細長い流れにはカツオが入り込みます。こうしたところがAMSR-Eのデータで分かるようになったのです。

――以前は漁業無線を使ってFAX配信していたものを、パソコンで情報提供するようにしたわけですね。それまでは白黒で送っていたものが、カラーの画像で提供できるようになった。現在どのくらいの漁船が利用していますか。

爲石　パソコンを載せていてインターネットを使える漁船は1200隻くらいだと思いますが、現在その半数の600隻ほどで利用されているようです。特に30代40代の若い船頭さんが、積極的に取り入れているのが非常に大きい特長ですね。

――AMSR-Eは2011年に活動を停止しましたが、現在は12年に打ち上げた第一期水循環変動観測衛星「しずく」のAMSR2が情報提供を行っていますね。

爲石　「しずく」のデータは毎日1回、専用回線で送られてきます。データは幾何学的補正などが行われおり、とても使いやすい形になっています。魚によって漁場が異なるので、こちらではそれぞれの漁場に合わせた海域を選択して表示するようにしています。「しずく」が観測してから20分くらいで当センターにデータが到着しますから、ありがたいですね。

宇宙ブランドの魚をお茶の間に

――こうした情報提供システムによって、漁業に何か変化はでてきていますか。

爲石　若い人たちが船頭さんになる傾向がだんだん増えてきました。多くの場合、船頭さんの息子さんですが、パソコンを使うことで年上の船頭さんよりもよく捕る人も出てきているんですよ。

――東日本大震災で東北地方の漁業は大きな被害を受けました。この地域の漁業の復興にあたって、この情報提供システムは役に立っていますか。

爲石　例えば気仙沼では、「がんばる漁業復興支援事業」として新造船が作られましたが、パソコンを設置し衛星を使って操業しています。全船、「しずく」の衛星画像を使ってくれています。復興のための漁業立て直しにもかなり役に立っています。

――今後、どのような展開をお考えですか。

爲石　私たちは宇宙を利用して魚を捕っています。ところが、消費者はそんなことは知らないで買っている。宇宙を利用し、省エネに貢献した漁船で捕った魚であることをブランドにできないかと考えています。私たちは1週間に1回か2回は魚を食べますよね。ですから、そういう宇宙利用のエコブランドを作ると、食卓にのぼる魚を通して、1億2000万人の国民の方々に漁業に衛星が利用されていることを知っていただけるのではないかと思っています。

――宇宙がお茶の間に入ってくるわけですね。

爲石　今、食品にはトレーサビリティといって産地情報が書いてあります。“宇宙利用で二酸化炭素の排出量を少なくして省エネで捕った魚です”と宣伝することができれば、多くの人々が宇宙に関心を持つのではないでしょうか。

全国の漁師さんが利用する海洋ナビゲーター「エビスくん」

上：毎日更新される「高精度水温日報図」。天候に左右されずに観測できる「しずく」のデータが反映され、日々の漁に生かされている
下：漁師さんは船内のパソコンで水温や潮の流れを確認し、漁場へ向かう
画像：JAFIC

「エビスくん」は漁業情報サービスセンターが提供している漁業向け海況・気象情報サービスです。インターネットを経由し、洋上で漁船が海水温や潮流などの海況情報、波高や風向・風速などの気象情報を見ることができます。

提供している水温図にはいろいろなタイプがありますが、一番の売りは「高精度水温日報図」というものです。アメリカのNOAA衛星のデータなどのほか、「しずく」のAMSR2のデータを使用し、さらに漁船が直接測った水温データも入っています。そうしたものを総合して1日に1回提供しています。曇った日に観測できるのは「しずく」しかありませんから、「しずく」は私たちにとってとても大事です。魚は水温が急に変わる潮目といわれるところに集まりやすい習性があります。漁師さんはこうした水温図を参考に、魚がいそうなポイントを探すわけです。

気象情報は1日に4回更新し、1週間先まで提供しています。ポイント予測情報というモードにすると、ある漁場付近を指定して、そのあたりの気象がこれから先どうなるかを知ることができます。

最近は海上のインターネット環境も良くなりました。PCを積んだ漁船が増えていますが、そのほとんどの目的はこの「エビスくん」を使うためです。最初はキーボードに触るのが慣れない方もいらっしゃいましたが、私たちはなるべく操作しやすいような画面作りを心がけています。実際には3回くらいのクリックで知りたい情報の画面が出てきます。

これからもいろいろ改良し、たくさんの漁師さんに使っていただきたいと思っています。

中園博雄
NAKASONO Hiroo
一般社団法人
漁業情報サービスセンター
事業1課課長代理

ロケット・航空機の開発から教育支援まで

スパコン解析で挑むフロンティア

松尾裕一
MATSUO Yuichi
航空本部
数値解析技術研究グループ
グループ長

数値解析とは、実際の実験が難しい超高温高圧や超高速飛行などの特殊で複雑な環境下での現象を、コンピュータ上の計算によって解析する手法のこと。JAXAの宇宙航空開発においては、高性能・高機能なスーパーコンピュータ（スパコン）による数値解析が不可欠だ。スパコンが鎮座している調布航空宇宙センターを訪ね、航空本部数値解析技術研究グループの松尾裕一グループ長に、スパコンや、数値解析を利用した研究開発について話を聞いた。

取材：山根一眞（ノンフィクション作家、「JAXA's」顧問）

　スーパーコンピュータ棟の玄関を入ると、いきなり正面のガラス越しにスパコン本体「JSS」（JAXAスーパーコンピュータシステム、富士通製FX1）の黒いラックがずらり並んでいる姿が見えたのには驚いた（通常はブラインドを降ろしてあるが取材のために特別に上げてもらった）。
　右手のさほど広くないロビーにあるモニターに、小さな方眼が赤やピンク、黄色、青、緑など数色に表示されているのが目に入った。スパコンは、いわば膨大な数の独立したコンピュータの集合体のようなもので、3008の方眼の1つがCPU（計算機）の1つを表現している。つまり、JSSは3008台のコンピュータを並列につないでいるのだ。方眼の同じ色の部分は、同じ仕事をしていることを示している。
　スパコンは同時に複数の計算をこなすことが可能だが、モニターの表示を見ると、44のジョブ（課題）が計算中だった。オンラインで結ばれたJAXAの調布航空宇宙センターのほか、筑波宇宙センター、相模原キャンパスからアクセスしているのだ。

上：取材に訪れた際の、モニターに表示されたJSSの稼働率は94.28%。大きな計算には多くのCPUを使う必要があり、小さな計算なら少ないCPUですむ。できるだけ空きが出ないようジョブを割り振るスケジュール管理能力もスパコンの重要な能力だが、90%を超える稼働率は世界でもトップクラスの水準だ
下：2009年度から運用を開始した「JSS」

超高速飛行実験を短期間、低コストで

　では、JAXAはこのスパコンでどんな仕事、計算をしているのだろうか。松尾グループ長は、こう説明する。
「宇宙・航空の世界は基本的に〝場〟が極端です。ロケットや再突入カプセルは超高速で飛行し、ロケットエンジンは超高温、超高圧のマシンですからね。航空機も地上とは異なった上空を飛んでいます。それだけに、非常に実験が難しい。例えばカプセルの大気圏再突入で何が起こるかは風洞実験でもある程度は可能ですが、実験のための準備が大変でコストもかかります。航空機で衝撃波がどう出るかの実験もかなり難しい。ロケットエンジンの実験となれば億単位の経費がかかります。スパコンを使えば、条件を変えたいくつもの実験が、短時間、低コストで行えるんです。実証試験は必須ですが、3回が2回になれば、3分の1のコストが節約できるわけです」
　打ち上げや飛行、大気圏再突入で何が起こるかを探る「流体力学」は、スパコンの計算科学（シミュレーション）が得意とする分野だが、ここ、調布航空宇宙センターの前身である旧NAL（航空宇宙技術研究所）は日本では先進的なスパコン拠点だった。1993年まで30年以上にわたりNALに在職した三好甫（はじめ）氏（1932～2001）は、76年に日本初のスパコンを富士通と共に開発した日本のスパコンの開祖。「数値風洞（NWT／富士通と共同開発）」と名づけたスパコンシステムも実用化させた。
　93年に導入したスパコン「NWT」によって、NALは世界のスパコンの金メダルであるゴードンベル賞を3年連続で受賞。その経験は、世界最速を記録したスパコン「地球シミュレータ」（2002年、独立行政法人海洋研究開発機構に導入）にもつながった。
　こういう経緯から、03年10月、宇宙3機関の統合によってJAXAが発足した際に、宇宙分野でも積極的にスパコンを使う方針が出され、情報・計算工学センターが誕生したのである。

轟音を低減し衛星にも人にも安全なロケットを

　この筋金入りのJAXAのスパコンの数値解析のトレンドは何か。
「膨大な計算量のために、これまでは難しかった音響の問題に対応できるようになり、機体騒音やジェットエンジン騒音の低減化などの航空分野に加え、宇宙分野への対応も重要になってきました。一例として、打ち上げ時の〝音〟のエネルギーの解析に取り組んでいます。打ち上げ時には、エンジンから強烈な音が発生し、ロケット本体の外側から回り込み、人工衛星や探査機を格納している先端部のフェアリングの内部に伝わります。フェアリング内部では130～140デシベルと耳が痛くて耐えられないほど強烈な音となり、〝音響加振〟となって衛星を揺らします。スパコンによる数値解析では、その〝音響加振〟がどのようにフェアリング内部の衛星に影響するかの音圧レベルの等高線が描けます。エンジンからの排煙は射座下の煙道に導かれていますが、音はこの煙道経由でもロケットに影響します。地面や周囲の地形に反射してくる〝音響加振〟も、なにしろすさまじい音ですから。数値解析は、こういう問題の解決でも大きく期待されているわけです」
　音の課題は、安全なロケットの開発設計に欠かせない要素なのだ。
　液体水素と液体酸素を燃料とするロケットエンジンの解析でも、難題は多い。
「液体燃料を高速で噴射した時に、蒸発し着火する前に燃料がどういう形で微粒化し分裂するのかは、まだよく分かっていないんです。早く微粒化すればするほど、エネルギーの無駄が小さくできるはず。こういう計算も巨大なスパコンでなければできない分野です。私たちは、さまざまなモデルでの数値解析を行い、データベース化しています」
　燃料の燃焼がどのような化学反応で進んでいくかの数値解析でも大きな成果を挙げている。
「私たちのグループは、噴流→液糸→液滴という初期微粒化過程を解明しましたが、これは世界初の快挙でした。エンジンの燃焼は、高圧、高温なので実験が難しく、スパコンによる数値解析は、非常に有効な分野なんです」

解析ソフトを大学に提供 人材育成に取り組む

　JAXAにとってスパコンの役割は極めて大きくなったが、一方、予算も人材も足りないのが悩みだ。
　スーパーコンピュータ棟ロビーの稼働率を表示したモニターには、「計算待機中」のジョブが58もあり、調布、筑波、角田、相模原で研究開発者たちがじりじりと順番待ちをしている姿が思い浮かんだ。さらに高い能力のスパコン導入は必須だ……。
　今後、宇宙航空分野でのスパコンの利用は確実に加速度的に拡大していくため、人材育成は国の根幹にかかわる課題だ。そこでJAXAでは、日本航空宇宙学会と協力のもと、航空教育支援フォーラムの活動などを通じて、大学の学生たちが使えるフロンティア領域に欠かせない高速流体解析ソフトを提供する支援も行っている。
「私たちが独自に開発したソフトを、現在10以上の大学で講義に利用していただいています。JAXAの最先端技術を優れた人材育成に生かすために、今後も積極的に貢献していきたいと思っています」

噴流
液糸
噴流先端
液滴

ロケットの液体燃料を高速で噴射した後、「噴流→液糸→液滴」と微粒化していく過程を世界で初めて解明した

松尾グループ長が見せてくれた、ロケット本体やエンジン周囲を色で塗り分けたイプシロンロケット、航空機、大気圏に再突入するカプセルの樹脂模型。これらは、スパコンで解析したデータをもとに3Dプリンタで作成した。「三次元のモデルを作ることで計算結果を実感をもって理解できます」

超低高度衛星技術試験機「SLATS」
新たな視座を求め、軌道の開拓に挑む

ディーゼル列車をまたぐように追い越し、線路や水路の川面をなめるようにさかのぼり、岩場の海鳥にちょっかいを出す……。軽快なテーマ曲で始まる『あまちゃん』のオープニング映像は、半年の間、新鮮さを失わなかった。よく知る景色を見たことのない角度から見せる超低高度撮影は、飛行機にもヘリにもできない領域だ。軽量で高性能な電池や超小型の加速度センサなど、最新の民生技術を取り込んだ小回りの効く飛翔体（マルチローター電動ラジコンヘリ）だからこその浮遊感が、プラスアルファの表現力をもたらしていた。

さてJAXAでは、これまでにない超低高度の軌道を周回する衛星を計画している。開発名「SLATS」はSuper Low Altitude Test Satellite。名前にひねりはないが、その基となるアイデアはきわめてオリジナリティが高く、志も高い。

そもそも「だいち」などの観測衛星が使う軌道は高度600～800㎞前後。さらに低い軌道では撮影画像の解像度は上がり、レーダー観測なら電波出力が小さくて済む。

SLATSが狙う軌道高度は250㎞以下。大気が希薄だといっても600㎞に比べ約1000倍の大気抵抗があり、衛星は3週間前後で地球に落ちてくる。

その高度に衛星をとどめるためには、大気抵抗をキャンセルする推力が不可欠。そこで登場するのがイオンエンジンだ。

超低軌道で長期の運用実績を持つ世界で唯一の衛星が、ESA（欧州宇宙機関）の「GOCE」（4年の運用を経て2013年11月に落下）。極めて精密な加速度計の情報をもとに推力可変のイオンエンジンを制御するという大掛かりな仕掛けでそれを実現。「宇宙のフェラーリ」との別名も付くほど高価な衛星でもあった。

また詳細不明だが冷戦時代の偵察衛星も、期間短縮をいとわず低い軌道での運用が行われていたという話もある。つまりカネに糸目をつけなければ、超低軌道の運用は不可能ではない。

だが、そんな方法はスマートでも面白くもなく、わざわざ日本が手がける必要もない――、と言わんばかりの「すごいアイデア」を軌道解析のスペシャリスト、歌島昌由（当時JAXAミッションデザイン支援グループ所属）は思い付いた。

抵抗をイオンエンジンで補償するのは同じだが、その制御は軌道高度だけを気にしながら1周回単位でオンオフするだけ。たったそれだけで、高度維持が可能となる……、というシンプルな運用が可能となる軌道を計算で見出した。歌島は06年に発表した論文でこれを「新凍結軌道」と命名した。

この軌道が「使いものになる」ことを実証するのが、SLATSの使命だ。使用するイオンエンジンはNASDA時代から静止衛星に使われてきた推力20mN（ミリニュートン）のタイプ。1円玉2枚分にかかる重力に相当するわずかな推力で、この高度における大気抵抗をキャンセルする。もちろん「はやぶさ」のイオンエンジン「μ10」運用の知見も生かされる。

ハードウエアに新規要素は盛り込まず、衛星本体はコストとスピード重視で製作。計画では気候変動観測衛星「GCOM-C1」の相乗り衛星として、高度約800㎞（降交点通過地方太陽時10時30分）の太陽同期軌道で分離される予定だ。ここから衛星の姿勢（機軸）を起こし、「エアロブレーキング」を行いながら軌道面をずらしつつ（※）、軌道高度を約250㎞まで落とすというエキサイティングな運用が行われる。繰り返しになるが、高度600㎞に比べ大気抵抗は1000倍のオーダー。降りていく途中の大気抵抗（大気密度）は、太陽活動の影響で大きく変動する。

高度維持の実験は約90日間。太陽活動次第でイオンエンジンの運転時間が変わるが、キセノンが枯渇すれば2～3週間で衛星は落下する。超低軌道は衛星がデブリにならない軌道であり、同時にデブリのない清浄な空間、いわば未踏の新大陸でもある。

小ぶりな衛星、小回りの効く観測でもたらされる新たな知見を期待し、将来機のイプシロンロケットでの機動的打ち上げや、H-ⅡAによるマルチロンチも夢見つつ、SLATSチームはまず第一歩となる軌道上実証に全力投球する。

今村俊介
IMAMURA Shunsuke
同・SLATSプロジェクト推進チーム開発員

髙畑博樹
KOHATA Hiroki
第一衛星利用ミッション本部先進衛星技術開発室技術領域リーダ

SLATSチームを率いるチーム長・髙畑と（右）、歌島を師と仰ぐ若手・今村（左）

人工衛星飛行高度

（※）イオンエンジンの電力確保のため、大部分の時間太陽が見えている軌道（降交点通過地方太陽時が約16時となる軌道）まで遷移する

取材：喜多充成（科学技術ライター）

「スペースカフェ☆お茶の水」始動！

JAXAの東京事務所が丸の内北口ビルから御茶ノ水ソラシティに移転してはや半年がたちました。そんななか、御茶の水エリアで宇宙を中心テーマに据えたサイエンスカフェを始めることになりました。

サイエンスカフェというのはだいぶ前から国内でもはやり始めた科学コミュニケーションのためのイベントで、もともとはヨーロッパで始まったものだといわれています。講演会がやや格式ばって一方通行の情報伝達になりがちなのに対して、もっとくだけた感じで聴衆と講師とが対等にやり取りできるようにと、小規模に20～30席ほどのカフェなどのスペースで行われるのが一般的です。飲んだり食べたりできるのも特徴の1つで、国立天文台のある三鷹では、お酒を片手に語り合う「アストロノミー・パブ」なる催しも行われています。サイエンスポータル（scienceportal.jp）というサイトで検索すると、全国各地でこのようなイベントが行われていることが分かります。ちなみに、宇宙科学研究所でだいぶ前から主催事業として実施してきた「宇宙学校」は、双方向性を持ちつつも規模を比較的大きくできる点で、両者の良い点を包含したイベントだと私は思っています。

実は私自身はサイエンスカフェという取り組みにはやや消極的でした。何回か講師やファシリテーターとして参加したことはあるものの、講師・スタッフに対して聴衆が少ないことや、リピーター率が高いこと、その結果、もともとある程度科学に興味を持ちアンテナを張っている人が集まりがちだということなどの特徴が、私が目指す方向と全く違っていたからです。そのためむしろ、お祭りでの観望会などの人目に触れる活動をきっかけに宇宙の話に誘導したりすることに重点を置いてきました。

しかし、人通りの多いところ（特に待ち行列ができているようなところ）で実施したり、メディアやSNS（特に学生や店舗の情報発信能力）を活用したりすれば、弱点の多くは克服できます。お茶の水には大学や古書店、楽器店、スポーツ用品店、病院などが集まっていることもあり、うまく連携すれば新たな展開が見込めそうです。なにより、地域の方々が宇宙をコンテンツとして地域を盛り上げたいと願っているところが相模原にも通じるところがあります。

10月に行われた観望会の様子。大勢の人々が夜空を楽しんだ

お茶の水エリアを宇宙で盛り上げる

「スペースカフェ☆お茶の水」と題したこのようなイベントを開催することになった直接のきっかけは、10月に地元の商店街（お茶の水茗溪通り会）が主催する「お茶の水アートピクニック」というお祭りの中で行われた、街角でのオープン授業や国際宇宙ステーション（ISS）の観望会などでした。特にISSが空を横切っていく数分間は、駅周辺の人々が一斉に夕空を見上げて歓声を上げ、人が人を呼んで一体感が広がっていくという盛り上がりをみせました。足を止めて時を共有した方々にとても好評であったばかりでなく、商店を営んでいる地元の人も、これまでにない街角の光景を目の当たりにして、地域が宇宙で活性化していく新しい可能性を感じたようです。

今回新たに組織された実行委員会にはJAXAのみならず東京大学や日本宇宙フォーラムなどの宇宙・天文関係者、お茶の水茗溪通り会やNPOお茶の水スキマ大学など地元関係者、メディアなどが名を連ねています。なぜかサイエンスカフェ嫌いだった私も実行委員長としてしっかり取り込まれてしまいました。

初回の実行委員会で決めたのは、テーマや開催場所は変幻自在だということ。また、原則的には平日の夕方に開催し、終了後には天体やISSの観望会も併せて実施しようということも決めました。また、初回は旬なテーマを取り上げるべきということから、12月に見ごろを迎えるアイソン彗星をテーマに選びました。2カ月に一度ぐらいのペースで実施できればと思っています。（http://www.scafe-ocha.jp/）

地域の活性化には「よそ者」、「わか者」、「ばか者」の働きが大切だとよく言われます。実行委員会のメンバーは私を含めてすでに「わか者」ではありませんが、「よそ者」、「ばか者」として、コミュニティー外部からの視点や宇宙からの視点をもとに、大学生など「わか者」のパワーも取り込みつつ、地域の特長を生かした宇宙情報の発信をしていきたいと考えています。

阪本成一
SAKAMOTO Seiichi
宇宙科学研究所教授／宇宙科学広報・普及主幹。専門は電波天文学、星間物理学。宇宙科学を中心とした広報普及活動をはじめ、ロケット射場周辺漁民との対話や国際協力など「たいがいのこと」に挑戦中。

この似顔絵は、高校生を対象とした宇宙フリーペーパー「TELSTAR」を自主制作している学生たちの招きで一橋祭「宇宙☆カフェ」に参加した際に描いてもらったもの

左：御茶ノ水ソラシティの入口。JAXA東京事務所の受付は地下1階にある
上：道路をはさんで向いに建つニコライ堂

JAXA最前線

INFORMATION 1

「しずく」が日経地球環境技術賞 優秀賞受賞

10月17日、GCOMプロジェクトチームは、第一期水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W1）の開発について、「2013年日経地球環境技術賞 優秀賞」（主催：日本経済新聞社）を受賞しました。日経地球環境技術賞とは、地球環境保全のための優れた成果に対して贈られる賞です。「しずく」は2012年5月18日に打ち上げられ、大気中の水蒸気量や海面温度などの数々の観測データを提供してきました。これらのデータは、北極海の海氷面積の減少など地球規模での環境変化の把握に加え、気象予報の精度向上や効率的な漁場探索など、私たちの生活に活用されています（JAXA's 49号10〜11ページで紹介）。「しずく」の技術の独自性や社会生活へのインパクトなどが評価され、今回の受賞となりました。

左から2人目が「しずく」の中川敬三プロジェクトマネージャ

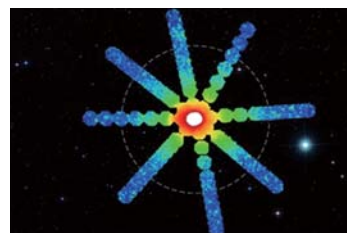
INFORMATION 2

イプシロンロケット グッドデザイン賞 金賞受賞

9月14日に打ち上げに成功したイプシロンロケットが、2013年度グッドデザイン賞（主催：公益財団法人日本デザイン振興会）の「グッドデザイン賞金賞」を受賞しました。賞審査委員会からは、「日本には優れた固体燃料ロケット技術があるが、このイプシロンロケットの技術開発の目的は明快である。高性能、小型軽量コンパクト、低価格、組み立て、発射準備から解体のプロセスも徹底的に凝縮させることに徹した。（中略）ロケット本体は極めてシンプルである。『宇宙への敷居を下げる（JAXA）』という姿勢は、外観意匠においてさらなる象徴性を必要とするだろう。ならばグラフィックデザインの今後の可能性に期待したい。このイプシロンロケットが、モビリティ部門に相応しいかどうか疑問ではあったが、宇宙に『夢』を運ぶ移動具と解せば、ど真ん中なのかもしれない。世界を市場に堂々と戦って欲しい」と評価されました。

INFORMATION 3

「すざく」が明らかにした鉄大拡散時代

10月31日、JAXAと米国スタンフォード大学は「すざく」を用いた観測でペルセウス座銀河団の広範囲での鉄の割合を調べ、そのばらつきが小さいことを発見。この結果から、100億年以上前に鉄などの重元素が宇宙全体にばらまかれた時代があり、それが現在宇宙に存在するほとんどの重元素の期限であることを英科学誌「ネイチャー」へ発表しました。観測プロジェクト提案者の1人で共著者のJAXAインターナショナルトップヤングフェローシップ（ITYF）の、オーロラ・シミオネスク氏は、「われわれの起源はとても古かったわけです。皆さんの血液にも含まれる鉄の中には、遥かな昔100億年も前に100万光年の彼方で作られ、宇宙を旅して来たものも含まれていることになります」とコメントしました。ITYFプログラムはJAXAが2009年度より設けた研究員制度で、卓越した能力と高い意欲を持つ若手研究者を招聘し、宇宙科学研究所を研究拠点として世界レベルの研究成果を創出することを目的としたプログラムです（JAXA's 43号14〜15ページで紹介）。NASAの開発協力のもと、05年に日本が打ち上げたX線天文衛星「すざく」は、暗い放射を検出する感度に優れ、国際X線天文台として運用されています。現在も精力的に宇宙観測を続け、今回の成果もその公募観測の中から生まれました。

ペルセウス座銀河団の観測結果。「すざく」を用いて84回もの観測を行い、銀河団の東西南北の8方向について1000万光年にわたり鉄の分布を調べた。図で白/赤がX線で明るい所、緑/青が暗い所（NASA/ISAS/DSS/O.Urban al., MNRAS）

INFORMATION 4

「平成25年度宇宙航空品質保証シンポジウム」開催

JAXAでは、宇宙航空開発に関わるミッションの成功に向けた活動を活性化するため、信頼性・品質に関連した取り組みや技術成果を報告し、情報交換を行う「宇宙航空品質保証シンポジウム」を毎年開催しています。11月1日、秋葉原コンベンションホールにおいて、「分かち合おう、使い合おう！ 安全・信頼性・品質の叡智」をメインテーマに、14回目となるシンポジウムを開催しました。打ち上げに成功したイプシロンロケットのほか、宇宙航空関連企業のプロジェクトでの最新の安全・信頼性・品質保証活動や、鉄道分野や石油精製プラントにおける取り組みなどが紹介され、参加者を交えて活発な意見が交わされました。

INFORMATION 5

全球降水観測計画（GPM）主衛星日本に到着

11月24日、全球降水観測計画（GPM）においてJAXAとNASAが共同開発した主衛星が、メリーランド州のゴダード宇宙センターから北九州空港へ航空機で搬入されました。主衛星は今年度中に種子島宇宙センターからH-IIAロケットで打ち上げ予定で、8機の副衛星と共に3時間以内で地球全体の降雨観測を目指します。この主衛星には、1997年に打ち上げられ15年間の運用実績を挙げたTRMMの降雨レーダの後継機として、JAXAが開発を行った二周波降水レーダ（DPR）が搭載されています。搬入に先立って記者向けにミッションの概要説明を行った小嶋正弘プロジェクトマネージャは、「次世代の空飛ぶ雨量計」として、途上国における洪水予測や他の衛星データとの組み合わせで農業の収穫予測も可能であること、また地球温暖化の研究に寄与するものであることなど、この計画を通じた日本の貢献について述べました。JAXA's54号（1月1日発行）では、観測データのユーザーへインタビューし、全球降水観測計画への期待をご紹介する予定ですので、ぜひご覧ください。

北九州空港へ搬入される主衛星

歳慈記

若田さんを見送りに6泊8日でバイコヌールへ行ってきました。10時間飛んで着いたモスクワで1泊、さらに3時間飛んでようやく現地入りです。メディアの皆さんや宇宙飛行士の家族とともに、ロケットの射点への輸送や宇宙服の気密試験など着々と進む準備作業を見届けました。NASAのオフィシャルカメラマンが同行するチームだったので、制限の厳しいエリアにも入れたのですが、携帯のカメラでしか写真を撮らなかったため帰国して広報部スタッフにがっかりされています（笑）。

写真（10〜11ページ）では分かりにくいのですが、出発直前の宇宙飛行士との会見はガラス越し。そこで若田さんは家族と地球を離れる前の最後の会話をしていました。報道もされたようですが、そばで聞いていてグッときましたね。

それにしても「ISSまで出発から6時間」は画期的です。帰路の機内の成田着のアナウンスで目覚めたときに実感しました。到着翌日からフル回転で仕事を始めた若田さんのようには、なかなかいきません。（寺田弘慈）

立ち入り規制が厳しかった打ち上げ射点に据えられたソユーズロケット（携帯電話のカメラで撮影）

JAXA's
宇宙航空研究開発機構機関誌 No.053

発行責任者●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
広報部長　寺田弘慈
編集制作●一般財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー

2013年12月1日発行

JAXA's 編集委員会
委員長　的川泰宣
副委員長　寺田弘慈
委員　阪本成一／町田 茂／寺門和夫／喜多充成
顧問　山根一眞

NEWS

筑波宇宙センター プラネットキューブ企画展

ISSコマンダーへの道

～若田宇宙飛行士、2度目の宇宙長期滞在へ～

EXP38/39
ISS
和
JAXA
KOICHI WAKATA

画像:JAXA/NASA

2013年11月7日、若田光一宇宙飛行士の国際宇宙ステーション（ISS）長期滞在が始まりました。08年に続いて2度目の長期滞在ミッションとなり、半年の間、植物実験や医学実験などさまざまな宇宙実験や、ISS機器のメンテナンス・維持作業に取り組みます。滞在後半では、日本人初のコマンダー（船長）として、日本人が大切にしている「和」の心をもって、宇宙飛行士チームを指揮します。

企画展では、長期滞在中の若田宇宙飛行士のミッションやこれまでの実績、コマンダーへの道のりを、パネルや動画で詳しくご紹介します。 皆さまのご来場をお待ちしております。

期間／2013年10月29日（火）～2014年1月5日（日）
休館日／2013年12月28日（土）～2014年1月3日（金）
時間／10:00～17:00
場所／筑波宇宙センター プラネットキューブ（入場無料）
お問い合わせ／茨城県つくば市千現2-1-1 TEL:050-3362-6265
http://fanfun.jaxa.jp/visit/tsukuba/

JAXA Explore to Realize
宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

広報部 〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6
御茶ノ水ソラシティ
TEL:03-5289-3650 FAX:03-3258-5051

JAXAウェブサイト http://www.jaxa.jp/
メールサービス http://www.jaxa.jp/pr/mail/
JAXA's配送サービス http://www.jaxas.jp/